Nachträgliche Bemerkungen über die Structur der quergestreiften Muskeln

von

V. Hensen.

Da die Abdrücke meiner ersten Arbeit über die Muskeln sehr zeitig versandt wurden, fand ich Gelegenheit hier noch einige gegen meine Angaben erhobene Bedenken zu besprechen.

Dr. C. S. Heppner [1]) hat in dem Laboratorium von Prof. Stricker den Gegenstand bearbeitet und kommt zu dem Resultat, dass ich (und Krause) mit der Mittelscheibe nur die Zwischensubstanz aufs neue entdeckt haben, dass dagegen die Substanz, welche dieselbe auf beiden Seiten begrenze, durch optische Täuschung vorgespiegelt werde; er leugnet also nicht die Mittelscheibe, sondern dass was bei Wirbelthieren die Querscheibe ausmacht, bei den Insectenfibrillen als helles und glänzendes Band erscheint. Er fügt hinzu, durch diese Arbeiten sei unsere Kenntniss bereichert, denn sie hätten gelehrt, dass mehr zu sehen sei als das bekannte Schema vertrage. Ich möchte wünschen, dass Herr Heppner weniger mild in seinen Anforderungen an Andere sei, damit er gegen sich selbst ähnlich verfahre.

Bemerkenswerth ist schon der Eingang; die „Darstellung bezieht sich ausschliesslich auf die lebende Muskelfaser von Hydrophilus piceus,“ denn andere Thiere, deren Muskelfasern untersucht wurden, lehren für diesen Zweck nicht mehr!

Also während ich von den Wirbelthieren ausgehend die Insectenmuskeln nur zur Vergleichung herbeizog und wesentliche Unterschiede gegen die ersteren auffand, während ich mich vorzüglich an die Fibrillen der Thoraxmuskeln hielt und den mir schwer zugänglichen Hydrophilus gar nicht erwähnt habe, bespricht er ausschliesslich dieses Thier, dessen Muskeln wie es scheint eine besonders weit gehende Veränderlichkeit zeigen! Ich halte dies für sehr verkehrt; wer nachuntersuchen will, sollte billigerweise sich bescheiden zunächst dem Wege zu folgen, den die Voruntersuchung einschlug; thut er das nicht so stiftet er Verwirrung, wenn er auch wie Herr Heppner Andere darum beschuldigt.

---

1) Ueber ein eigenthümliches optisches Verhalten der quergestreiften Muskelfaser. Schultze's Archiv 1869.

Am besten bei Lampenlicht und schräger Spiegelstellung (45°), aber auch bei Aenderung der Einstellung oder (was ziemlich dasselbe ist) bei Vergleichung der verschiedenen Localitäten eines Muskels der durch das ganze Gesichtsfeld läuft, sieht H. die Mittelscheibe in sehr verschiedener Weise, bald am einen bald am andern Rande des hellen Bandes liegen, bald auch letzteres ganz verschwindend. Welches dieser Bilder, fragt er, hat eine morphologische Grundlage?

Ich denke alle seine Bilder haben eine morphologische Grundlage und sind aus dieser unschwer zu erklären; die Frage ist wo die sogenannten Schatten nicht verschoben sind, wo sie nichts verdecken oder vortäuschen, so wie bei welcher Einstellung man die Structurverhältnisse im gegebenen Fall am besten erkennt. Das glänzende Band lässt sich eben, wie wir sehen werden, nicht als Lichtstreif erklären, aber dass dasselbe durch schräge Beleuchtung und verkehrte Einstellung verschoben werden und zum Verschwinden gebracht werden kann, bedarf keiner Auseinandersetzung.

H. findet die körnige Mittelscheibe stets relativ dunkel, dass ich sie unter Umständen hell sehe, hindert ihn nicht, er schweigt darüber. Ich habe mit Noth herausgebracht, dass die Mittelscheibe einfach brechend ist. Herr H. untersucht ihre Färbung durch Glimmerblättchen, mir erwies sich an Wirbelthiermuskeln, mit denen ich hauptsächlich arbeitete, ein solcher Versuch wegen zu grosser Feinheit des Objects total hoffnungslos.

Endlich stellt Herr Heppner folgenden Satz auf: Wenn Jemand mit der Behauptung aufträte, diese glänzenden Bänder (beiderseits der Mittelscheibe) seien lediglich der Ausdruck totaler Reflexion, sie schwinden, wenn die Incidenz des Lichtes diese ausschliesst und sie kommen wieder und nehmen an Breite zu, mit der Zunahme des Einfallswinkels (sic!), so könnte man ihn nicht stichhaltig widerlegen. Hierzu entwirft er eine Zeichnung über totale Reflexion, ohne jegliche Berücksichtigung der von mir über die Lichtbrechung im Muskel gegebenen, ohne Berücksichtigung der Frage, wie gross die Stärke des Lichtbrechungsvermögens in den verschiedenen Substanzen des Muskels angenommen werden könne, ohne Berücksichtigung dessen, dass man um die innere Structur des Muskels zu erforschen nicht auf die Oberfläche einstellen darf und daher die Strahlen rückwärts verlängern muss.

Dass unter diesen Umständen der Ort der grössten Helligkeit anders liegt wie er sich vorstellt, ergiebt meine Fig. 12 zur Genüge, aber wie gesagt, er beachtet dies gar nicht, bemüht sich aber statt dessen nachzuweisen, dass das Bild auf Brechungsdifferenzen beruhe, als wenn dies noch Jemand bezweifeln könnte.

Wahr ist nun freilich sein Ausspruch, dass Niemand ihn stichhaltig widerlegen könne insofern, als den Gang der Lichtstrahlen und die Vertheilung der Lichtintensität in einer ganzen Muskelfaser theoretisch abzuleiten, wenn sie von zerstreutem Licht durchsetzt wird, schwerlich möglich ist, deshalb muss man sich eben an die Fibrillen halten.

Wenn man, wie ich das gethan habe, viereckige Glasleisten nach Art der Querstreifen in Flüssigkeit gelegt mikroskopirt, bekommt man nur bei bestimmten Einstellungen gute und aus der Lichtbrechung leicht erklärbare

Bilder, auch zwei helle Bänder, aber freilich viel schmaler und ganz anders sich verhaltend als das Herr Heppner erwarten muss.

Im Uebrigen irrt sich Herr Heppner, denn:

1) Nach seiner Erklärung müsste nothwendig das helle Band sich allmählich in der dunklern Substanz verlieren, grade an Fibrillen ist hier aber die Grenze scharf und schwarz und wenn er selbst auch die Grenze nur schwach markirt gezeichnet hat, wie sie sich in der That präsentiren kann, so hat er das erstere Verhalten doch ausdrücklich anerkennen müssen.

2) Wenn das ganze Gebilde einfach durch totale Reflexion hervorgerufen wäre, müsste es bei der Contraction unverändert breit bleiben oder sogar, da die Faser dicker wird, breiter werden; wie ist es zu erklären, dass grade das Gegentheil der Fall ist, nimmt etwa der Brechungsindex ab? Herr Heppner hat auch hier unterlassen meiner Untersuchung zu folgen, er spricht einfach gar nicht vom Contractionszustand!

Endlich bitte ich den Leser auf meiner Taf. I die Fig. 1 und 2 anzusehen; die sehr feine Mittelscheibe ist nach H. einzige Zwischensubstanz, die Querscheibe in der sie liegt soll nach H. nicht dunkel, sondern hell sein und in ihrer ganzen Breite lediglich ein Lichtreflex, in Wahrheit aber dasselbe, was die von mir hell dargestellte Zwischensubstanz, welche nach Heppner dunkel zu sehen sein würde, sein! Wer das glauben will dem kann ich nicht helfen.

Ich habe an der Richtigkeit der factischen Angaben Heppner's keinen Zweifel gehegt, bin jedoch in der Lage, nach Beobachtung der Beinmuskeln von Dytisius (in Ermangelung von Hydrophilus) zu bestätigen, dass man unter Umständen ein solches Bild sehen kann wie er es zeichnet, nichts destoweniger halte ich seine Untersuchung für vollständig verfehlt. Ich kann aber keine erneute Durchforschung des Gegenstandes anstellen, am wenigsten auf solche Arbeit hin, bin aber ohne eine solche nicht im Stande mit Sicherheit an diesem so wechselnd gestalteten Object die Mittelscheibe zu demonstriren. In der That kann man hier zu der Meinung, die ich für verkehrt halte, kommen, dass die Disdiaklasten sich in beliebiger Weise zu Querscheiben aggregiren, wo dann jeder Streit über die Muskelstructur vorläufig müssig wäre.

Die Arbeit des Herrn Heppner lässt mich halb bereuen, überhaupt auf die Structur des Insecten- und Krebsmuskels eingegangen zu sein. Meine Anschauung hat hier gewisse Incongruenzen, die mir immer wieder anstössig sind, jedoch ich bin auf Grund objectiver Untersuchung dazu geführt und bin ebensowenig berechtigt die eigenen Resultate ohne erneute Untersuchung zu verneinen, wie die Resultate irgend einer fremden Arbeit.

Der Unterschied, welcher zwischen Krause's und meinen Angaben in Bezug auf die Wirbelthiermuskeln bestand, hat sich in Folge von dessen Abhandlung: „die motorischen Endplatten der quergestreiften Muskelfasern“ dahin erledigt, dass nicht wie ich dies annahm, wir beide dieselbe Bildung im Auge hatten, sondern dass Krause eine Scheibe in der Zwischensubstanz beschreibt, ich eine andere in der anisotropen Substanz des Muskels. Ich hielt dies für so unwahrscheinlich, dass ich vorzog, dieser Möglichkeit keine Erwähnung zu thun.

Meine Annahme der Identität der von uns beschriebenen Bildungen gründete sich zum Theil auf die von mir in der Fig. 7 (leider nicht ganz exact) wiedergegebene Zeichnung und Beschreibung Krause's von der contrahirten Mittelfaser. Wenn Krause, der diese Figur in Fig. 5 s. W. wiedergiebt, die Querstreifen für Sarkolemarunzeln erklärt und durch diese zugleich eine innere Verschiebung des Muskelinhalts demonstriren will, so muss ich gestehen ausser Stande zu sein, sowohl mir die Möglichkeit des Zustandekommens von so geformten Sarkolemafalten an der runden Muskelfaser vorzustellen, als auch die zweite Möglichkeit, durch diese Falten etwas über die innere Verschiebung des Muskelinhalts zu erfahren, verstehen zu können.

Was Krause's Querlinien betrifft so stelle ich nicht das Vorhandensein einer besondern Bildung in der Zwischensubstanz in Abrede, da meine Taf. I. Fig. 2 etwas derartiges zeigt, jedoch grade für diese Bildung sind die Lichtbrechungsverhältnisse so störend, dass wenigstens ich damit nicht weiter kommen konnte. Auch jetzt kann ich mich nicht von der Richtigkeit von Krause's Darstellung überzeugen und halte die Einstellung des Muskels, wie Krause sie Fig. 2 rechts versinnbildlicht, für entschieden verkehrt und zwar zu hoch. Ich frage jeden Mikroskopiker, ob er den Muskel beim Mikroskopiren wohl je als eine solche schon im Holzschnitt dem Auge unerträglichen Linienmaasse einstellt? und ob er sich nicht sehr wohl am völlig normalen Muskel ein solches Bild verschaffen kann, wie Krause es als durch Essigsäure entstanden zeichnet?

Wenn Krause wiederholt die Geschichte meiner Entdeckung erzählt, allerdings unter dem Hinzufügen, dass er sich die Sache so denke, so erlaube ich mir zu bemerken, dass ich bereits S. 1 meiner Arbeit das Umgekehrte darüber berichtet habe. Meine Quelle scheint die bessere zu sein, doch bin ich gespannt, welche Variante schliesslich recht behalten wird.

Ein Einwand gegen die feste Beschaffenheit der Muskelsubstanz und speciell gegen die Isolirbarkeit ungeronnener Fibrillen ist von Kühne mir brieflich gemacht worden. Es ist nicht nöthig, auf seine mir freundlicher Weise gemachten Bemerkungen speciell einzugehen, auch habe ich mir dafür keine Erlaubniss erbeten, es genügt, die Resultate meiner erneuten Untersuchungen mitzutheilen.

Ich hatte gehofft direct die isolirten Fibrillen zur Contraction zu bringen, so unwahrscheinlich der Erfolg auch schien, jedoch dies gelang mir nicht. Jedoch in meinen Präparaten zeigten schon die isolirten Mittelfasern sobald sie nicht künstlich angespannt waren äusserst schwache und energielose Zuckungen bei Reizung durch den Inductionsstrom, da sie sich bei völliger Isolirung schon ohnehin stark verkürzen; die isolirten Fibrillen anzuspannen glückte mir nicht.

Dagegen kann ich aufs neue und allerbestimmteste versichern, dass es nicht Schleimfäden sondern Fibrillen, und zwar solche welche die Querstreifung zwar zart aber doch sehr deutlich zeigen, sind, welche ich aus der frischen Muskelfaser isolire, und dass diese Fibrillen im scharfen Gegensatz gegen jene aus der todtenstarren Muskelfaser, für alle Zusatzflüssigkeiten die äusserste Empfindlichkeit bewahrt haben.

Ich konnte mehrfach das Sarkolam von einer Muskelfaser, die mit beiden Enden noch in Muskelstücken festsass eine Strecke weit zurückstreifen;

liess ich diese Faser aufs Objectglas sinken so plattete sie sich ab und liess sich breit auseinander ziehen, wobei sie sich zerfaserte; spannte ich sie dann wieder an, so stellte sie eine bei 50facher Vergrösserung scheinbar unverletzte Muskelfaser dar.

Hinzufügen kann ich noch, dass ich Gelegenheit hatte den Myoryctes Weismanni in der lebenden Muskelfaser des Frosches sich bewegen zu sehen, es machte mir dabei der Inhalt den Eindruck einer sehr weichen gallertigen Masse aber durchaus nicht den einer Flüssigkeit; die Theile penduliren allerdings hin und her aber ähnlich wie dies die in weicher Leimgallerte suspendirten Partikeln thun, wenn man den Behälter erschüttert, nicht aber so wie die in einer wahren, schwer oder leicht beweglichen, Flüssigkeit suspendirten Körperchen.